

SINTESIS DAN APLIKASI FAKTIS COKLAT DARI MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas*) PADA PEMBUATAN VULKANISAT SELANG GAS LPG

*Synthesis and Application of Brown Factice from Jatropha curcas Oil
in Vulcanized LPG Hose Manufacture*

Santi PUSPITASARI¹, Pertiwi Umul JANNAH², dan Yoharmus SYAMSU¹

¹Pusat Penelitian Karet, Jalan Salak No 1 Bogor 16151

²Departemen Kimia Fakultas MIPA IPB Bogor

Diterima tanggal 12 April 2012 / Disetujui tanggal 9 Juli 2012

Abstract

Jatropha curcas oil could potentially be used as raw material for brown factice. Brown factice is synthesized by vulcanization reaction of vegetable oil with sulphur (10-30%) at 130-150°C. Gel formation of brown factice is characterized by temperature rises, H₂S formation, and changes in color and phase of reactant. Synthesis of brown factice is done in a batch reactor equipped with mechanical stirrer, heating jacket heater, and temperature control device. Reagent composition and performance of reactor affect the quality of brown factice. High quality of brown factice can be used as rubber processing aid especially for extruded articles. This research was aimed to study reactor performance in the synthesis of brown factice of Jatropha curcas oil in pilot scale test the brown factice in manufacturing of LPG gas hose. The study began with the synthesis of brown factice in pilot scale reactor with capacity of 10-15 kg oils/batch and at various doses of ZnO. Brown factice obtained was then characterized. The best specification of brown factice was tested in manufacturing of LPG gas hose compound and vulcanizate. LPG gas hose compound was tested for its vulcanization characteristic while LPG gas hose vulcanizate for its physical properties based on SNI 06-7213-2006/Amd 1:2008. The result showed that the best specification of brown factice was obtained from 10 kg oils/batch of reactor capacity and 0.5 pho ZnO. However, brown factice did not affect the vulcanization characteristic of the compound and physical properties of LPG gas hose vulcanizate significantly.

Keywords: *Brown factice, vulcanization reaction, extrusion, LPG gas hose, Jatropha curcas*

Abstrak

Minyak jarak pagar berpotensi digunakan sebagai bahan baku faktis coklat. Faktis coklat disintesis melalui reaksi vulkanisasi minyak nabati dengan sulfur (10 - 30%) pada suhu 130 - 150°C. Terbentuknya gel faktis coklat ditandai dengan terjadinya kenaikan suhu reaksi, timbulnya gas H₂S, dan perubahan warna serta fasa pereaksi. Sintesis faktis coklat dilakukan dalam reaktor *batch* yang dilengkapi dengan pengaduk mekanis, jaket pemanas, dan alat pengendali suhu. Komposisi pereaksi dan kinerja reaktor berpengaruh terhadap mutu faktis coklat. Faktis coklat bermutu tinggi akan berfungsi dengan baik sebagai bahan bantu olah kompon karet terutama untuk barang ekstruksi. Penelitian ini bertujuan mempelajari kinerja reaktor dalam pembuatan faktis coklat dari minyak jarak pagar pada skala pilot kemudian mengujicobakan faktis coklat dalam pembuatan selang gas LPG. Penelitian diawali dengan pembuatan faktis coklat dalam reaktor skala pilot berkapasitas 10-15 kg minyak/*batch* pada berbagai dosis penambahan ZnO. Faktis coklat yang diperoleh selanjutnya dikarakterisasi. Faktis coklat dengan karakteristik terbaik diujicobakan dalam pembuatan kompon dan vulkanisat selang gas LPG. Kompon selang gas LPG diuji karakteristik vulkanisasi sedangkan vulkanisat selang gas LPG diuji sifat fisika berdasarkan SNI 06-7213-2006/ Amd 1:2008. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktis coklat dengan spesifikasi mutu terbaik diperoleh pada kondisi reaktor berkapasitas 10 kg minyak jarak pagar/*batch* dan 0,5 bsm ZnO. Namun faktis coklat tersebut tidak mempengaruhi

karakteristik vulkanisasi kompon dan sifat fisika vulkanisat selang karet secara signifikan.

Kata kunci: Faktis coklat, reaksi vulkanisasi, ekstruksi, selang gas LPG, *Jatropha curcas*

PENDAHULUAN

Minyak jarak pagar (*Jatropha curcas*) selain berpotensi sebagai sumber bahan bakar ramah lingkungan, juga memiliki potensi sebagai bahan baku dalam pembuatan bahan kimia karet. Minyak jarak pagar memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi sehingga dapat dimodifikasi secara kimiawi menjadi bahan baru yang memiliki nilai tambah. Kandungan asam lemak tak jenuh ditunjukkan oleh besarnya bilangan iod. Bilangan iod pada minyak jarak pagar mencapai sebesar 96,5 g iod/100 g minyak (Gubitz *et al.*, 1999). Bilangan iod diatas 80 merupakan syarat utama minyak nabati sebagai bahan baku faktis coklat (Carrington, 1962).

Faktis coklat disintesis melalui reaksi vulkanisasi pembentukan ikatan silang antar trigliserida dalam minyak nabati dengan sulfur pada suhu 130 - 150°C ditandai dengan terbentuknya gel (Wake *et al.*, 1968 dan Cotton, 1962). Tanda lain yang menyertai mulai terbentuknya faktis coklat antara lain naiknya suhu reaksi karena reaksi berjalan eksotermis, terbentuknya gas H₂S sebagai hasil samping reaksi, dan terjadinya perubahan warna serta fasa pada pereaksi. Peristiwa eksotermis pada pembentukan faktis coklat terjadi karena adanya pelepasan energi oleh atom C=C yang digantikan oleh ikatan C-S dan S-S. Pembentukan gas H₂S terjadi karena adanya penggantian atom H dengan atom S pada 2 atom C pusat sebuah trigliserida (Cotton, 1962). Adisi atom S dalam trigliserida menyebabkan ikatan rangkap dalam trigliserida tersebut berkurang. Berkurangnya ikatan rangkap menjadikan minyak nabati semakin jenuh dan mulai memadat. Fenomena ini terlihat dalam pembentukan faktis coklat. Minyak nabati yang awalnya berwujud cairan kental berwarna kuning berubah menjadi padatan coklat yang kenyal seiring berjalannya reaksi vulkanisasi. Sifat faktis coklat yang

kenyal seperti karet menyebabkan faktis coklat dikenal dengan istilah bahan pengganti karet (Morton, 1959).

Faktis coklat sebaiknya disintesis dalam reaktor yang dioperasikan secara *batch* karena waktu reaksinya yang relatif lama. Reaktor harus dilengkapi dengan pengaduk mekanis, jaket pemanas, dan seperangkat alat pengendali suhu. Aksesoris tersebut berfungsi mendukung kinerja reaktor agar diperoleh reaksi vulkanisasi yang optimal. Pengaturan kecepatan pengadukan dan pemanasan sangat berpengaruh terhadap laju reaksi. Untuk menyerap gas H₂S yang mengalir dari dalam reaktor maka reaktor perlu dihubungkan dengan menara absorber. Efisiensi menara absorber dapat ditingkatkan dengan penggunaan bahan isian dan mengatur aliran gas-cair secara *counter current*.

Mutu faktis coklat sangat ditentukan oleh komposisi pereaksi dan kinerja reaktor. Penilaian mutu faktis coklat didasarkan pada visualisasi fisik dan sifat kimia faktis coklat. Parameter sifat kimia mencakup kadar ekstrak aseton, kadar sulfur bebas, kadar abu, dan pH. Erhan dan Kleiman (1990) mengkategorikan tingkatan mutu faktis coklat menurut kadar ekstrak aseton. Dosis penambahan sulfur yang semakin tinggi akan menghasilkan faktis coklat yang keras (Erhan dan Klieman, 1990) dengan kadar sulfur bebas yang tinggi. Dosis sulfur yang ditambahkan umumnya sebesar 10 - 30% tergantung pada kandungan asam lemak tak jenuh dalam minyak nabati. Komposisi pereaksi lain seperti bahan penetral asam lemak bebas dan bahan pencepat serta pengaktif reaksi vulkanisasi (ZnO) akan berpengaruh terutama terhadap kadar abu dan pH faktis coklat.

Faktis coklat dapat berfungsi dengan baik sebagai bahan bantu olah kompon karet. Bahan bantu olah adalah bahan kimia kompon karet yang digunakan untuk mempermudah pencampuran dengan cara meningkatkan laju dispersi bahan pengisi dan menurunkan konsumsi energi saat pengkomponan tanpa mempengaruhi karakteristik lain dari kompon tersebut (Gupta, 1998). Selain itu juga sebagai bahan penstabil dimensi pada barang jadi karet. Dosis faktis coklat yang diterapkan dalam formulasi kompon karet berbeda-beda

untuk setiap teknik manufaktur barang jadi karet. Pada teknik pencetakan (*moulded*) faktis coklat ditambahkan sebesar 5 - 30 bsk sedangkan teknik penjururan (ekstruksi) memerlukan faktis coklat sebesar 15 - 30 bsk (Simpson, 2002).

Pada penelitian ini akan disintesis faktis coklat dari minyak jarak pagar pada skala pilot berkapasitas 10 - 15 kg minyak/*batch*. Faktis coklat dengan spesifikasi terbaik yang berhasil disintesis selanjutnya akan dipelajari pengaruhnya terhadap karakteristik vulkanisasi dan sifat fisika pada barang jadi karet yang dibuat dengan teknik penjururan yaitu selang karet untuk gas LPG.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama dua bulan, dimulai bulan Juli hingga Agustus 2010 di Laboratorium Penelitian dan Pabrik Percobaan, Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian terbagi menjadi dua golongan yaitu bahan kimia untuk sintesis faktis coklat dan bahan kimia karet untuk pembuatan vulkanisat selang gas LPG. Bahan kimia pada sintesis faktis coklat terdiri atas minyak jarak pagar, Na_2CO_3 , ZnO , ZDEC, dan sulfur. Minyak jarak pagar

didatangkan dari Kebun Percobaan Muktiharjo, Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat di Pati Jawa Tengah. Bahan kimia untuk sintesis faktis coklat lainnya serta bahan kimia karet diperoleh dari CV Indrasari Bogor dan mempunyai tingkatan mutu teknis.

Tahap I. Sintesis Faktis Coklat dari Minyak Jarak Pagar pada Skala Pilot

Sebelum reaksi pembentukan faktis, reaktor faktis coklat dipersiapkan seperti pada Gambar 1 dan diperiksa kelengkapan komponen pendukung kinerja reaktor. Reaktor dioperasikan secara *batch* dan dirancang berkapasitas hingga 200 kg minyak nabati/*batch*. Reaktor dilengkapi dengan pengaduk mekanis dengan *impeller* tipe *blade*, seperangkat alat pengendali suhu dan *thermocouple*, serta jaket pemanas dengan media *silicon oil*. Reaktor dihubungkan dengan menara *absorber* yang berfungsi untuk penyerapan gas H_2S . Dalam menara *absorber* dipasang *tray* dan bahan isian berupa serat sabut kelapa dan serat ijuk. Gas H_2S dialirkan dari dalam reaktor menuju ke dasar menara *absorber* kemudian dikontakkan secara berlawanan arah dengan larutan dolomit 2,5%. Aliran larutan dolomit 2,5% dibantu dengan pompa.



Sumber (Source) : Syamsu *et al.*, 2008

Gambar 1. Reaktor faktis coklat skala pilot
Figure 1. Pilot scale of brown factice reactor

*Sintesis dan aplikasi faktis coklat dari minyak jarak pagar (Jatropha curcas)
pada pembuatan vulkanisat selang gas LPG*

Perlakuan percobaan adalah sebagai berikut : 100 berat seratus minyak (bsm) minyak jarak pagar dituangkan ke dalam reaktor dan ditambah dengan 0,50 bsm Na_2CO_3 sehingga terjadi reaksi netralisasi asam lemak bebas dalam minyak jarak pagar. Reaksi netralisasi dijalankan pada kenaikan suhu dari suhu kamar hingga tercapai suhu reaksi yang ditetapkan pada 140°C . Saat suhu minyak jarak pagar mencapai 140°C , secara berurutan ditambahkan bahan kimia terdiri atas ZnO (0,25 dan 0,50 bsm), ZDEC 1 bsm, dan sulfur 30 bsm. Formulasi bahan kimia dalam sintesis faktis disajikan pada Tabel 1. Perubahan warna dan fasa reaktan, suhu eksotermis tertinggi, waktu reaksi, waktu mulai terbentuk gel faktis, waktu pemanasan, dan waktu pengadukan diamati selama reaksi berlangsung. Pasta faktis coklat yang terbentuk diakhir reaksi didinginkan selama sekitar 20 jam sehingga pasta menjadi memadat. Padatan faktis coklat dikeluarkan dari reaktor selanjutnya ditimbang untuk mengetahui rendemen yang diperoleh. Padatan faktis coklat diperkecil ukurannya menjadi serbuk faktis coklat melalui tahap penggerusan. Serbuk faktis coklat dikarakterisasi visualisasi fisik dan sifat kimianya. Faktis coklat dengan spesifikasi terbaik diuji-cobakan dalam pembuatan vulkanisat selang gas LPG.

Waktu pemanasan diperhitungkan mulai saat reaksi netralisasi minyak jarak pagar dengan Na_2CO_3 hingga sesaat setelah suhu melewati titik eksotermis tertinggi.

Waktu pengadukan ditentukan mulai reaksi netralisasi minyak jarak pagar hingga akhir reaksi vulkanisasi. Pencatatan waktu reaksi dimulai setelah penambahan sulfur ke dalam minyak yang telah dinetralisasi hingga akhir reaksi. Akhir reaksi ditandai dengan suhu yang kembali pada titik awal (140°C) setelah melewati titik eksotermis tertinggi dan pengaduk yang sukar bergerak karena telah terbentuk pasta faktis coklat.

Tahap II. Aplikasi Faktis Coklat pada Pembuatan Vulkanisat Selang Gas LPG

Faktis coklat dengan spesifikasi mutu terbaik (hasil dari Tahap I) selanjutnya diujicobakan pada pembuatan vulkanisat selang gas LPG. Saat ujicoba, sampel dengan penambahan faktis coklat (I_j) dibandingkan dengan sampel tanpa penambahan faktis (I_i), dan sampel dengan penambahan faktis coklat pembanding. Faktis coklat pembanding terdiri atas faktis coklat komersial (I_k) dan faktis coklat yang disintesis dari minyak jarak kepyar (*castor oil*) pada skala semi pilot (I_c).

Formula kompon karet yang dipilih dalam pembuatan vulkanisat selang gas LPG mengikuti formula kompon untuk lapisan dalam selang (*inner tube*) seperti disajikan pada Tabel 2. Berat kompon karet ditetapkan sebesar 1 kg. Pembuatan kompon karet dalam mesin giling terbuka diawali dengan tahap mastikasi karet hingga karet menjadi

Tabel 1. Formulasi pereaksi dalam sintesis faktis coklat
Table 1. Reactant formulation in brown factice synthesis

Bahan kimia <i>Chemicals</i>	Komposisi (bsm) <i>Compositon (pho)</i>	Berat bahan (<i>Material weight</i>) (g)			
		10 kg minyak/ <i>batch</i> 10 kg oil/ <i>batch</i>		15 kg minyak/ <i>batch</i> 15 kg oil/ <i>batch</i>	
		ZnO = 0,25	ZnO = 0,5	ZnO = 0,25	ZnO = 0,5
Minyak jarak pagar	100	10 000	10 000	15 000	15 000
Na_2CO_3	0,5	50	50	75	75
ZnO	0,25 dan 0,5	25	50	37,5	75
ZDEC	1	100	100	150	150
Sulfur	30	3 000	3 000	4 500	4 500

Tabel 2. Formula kompon selang gas LPG lapisan dalam
 Tabel 2. Compound formula of LPG gas lining tube

Bahan kimia <i>Chemicals</i>	Komposisi, bsk <i>Compositon, phr</i>	Bahan kimia <i>Chemicals</i>	Komposisi, bsk <i>Compositon, phr</i>
Karet sintetis A	30	Bahan pengaktif B	5
Karet sintetis B	70	Faktis coklat	10
Bahan pemvulkanisasi	2,2	<i>Processing oil B</i>	20
Bahan pengaktif A	2	<i>Processing oil C</i>	10
<i>Acid acceptor</i>	1,5	Bahan pencepat A	0,1
Bahan pengisi A	50	Bahan pencepat B	2
Bahan pengisi B	50	Bahan pencepat C	0,25
<i>Processing oil A</i>	1,5	Bahan pengisi C	75

lunak, lalu pencampuran bahan kimia karet termasuk faktis coklat, dan diakhiri dengan penghomogenan. Mastikasi karet A dilakukan dahulu sebelum karet B. Bahan kimia karet ditambahkan secara berurutan : bahan pengaktif, bahan bantu olah (faktis coklat), bahan antioksidan, bahan pengisi, bahan pelunak, bahan pencepat, dan bahan pemvulkanisasi. Kompon didiamkan selama sekitar 24 jam agar bahan kimia dapat terdispersi merata dalam matriks karet. Kompon karet dipotong kecil untuk sampel uji karakteristik vulkanisasi dalam MDR (*Moving Die Rheometer*). Sisa kompon karet kemudian dicetak menjadi *plate* sekaligus divulkanisasi dalam *hydraulic press cure machine*. Alat vulkanisasi dioperasikan pada suhu 150°C. Vulkanisat selang karet diuji

sifat fisika dengan parameter mengacu pada SNI 06-7213-2006/Amd 1:2008 tentang selang karet untuk kompor gas LPG.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Faktis Coklat dari Minyak Jarak Pagar pada Skala Pilot

Optimalisasi kondisi reaksi berkaitan dengan kinerja reaktor. Hasil pengamatan kondisi reaksi dan kinerja reaktor disajikan pada Tabel 3.

Waktu pemanasan dan pengadukan untuk reaksi vulkanisasi berkapasitas 10 kg minyak jarak pagar/*batch* relatif lebih

Tabel 3. Kondisi reaksi dan kinerja reaktor pada sintesis faktis coklat skala pilot
 Table 3. Reaction condition and reactor performance of brown factice synthesis in pilot scale

Variabel <i>Variable</i>		Kondisi reaksi dan kinerja reaktor <i>Reaction condition and reactor perfomance</i>				Suhu eksotermis <i>Exothermic point (°C)</i>
		Waktu <i>Duration</i>				
Berat minyak <i>Weight of oil kg</i>	Dosis ZnO <i>(bsm) ZnO dose (pho)</i>	Reaksi (jam : menit) <i>Reaction (hour : minute)</i>	Gel Faktis (menit) <i>Factice Gelling (minute)</i>	Pengadukan (jam : menit) <i>Agitation (hour : minute)</i>	Pemanasan (jam : menit) <i>Heating (hour : minute)</i>	
10	0,25	2 : 07'	20	3 : 54'	2 : 48'	185
	0,50	2 : 56'	20	4 : 58'	2 : 47'	187
15	0,25	3 : 00'	24	4 : 54'	3 : 08'	190
	0,50	2 : 26'	32	5 : 10'	3 : 32'	188

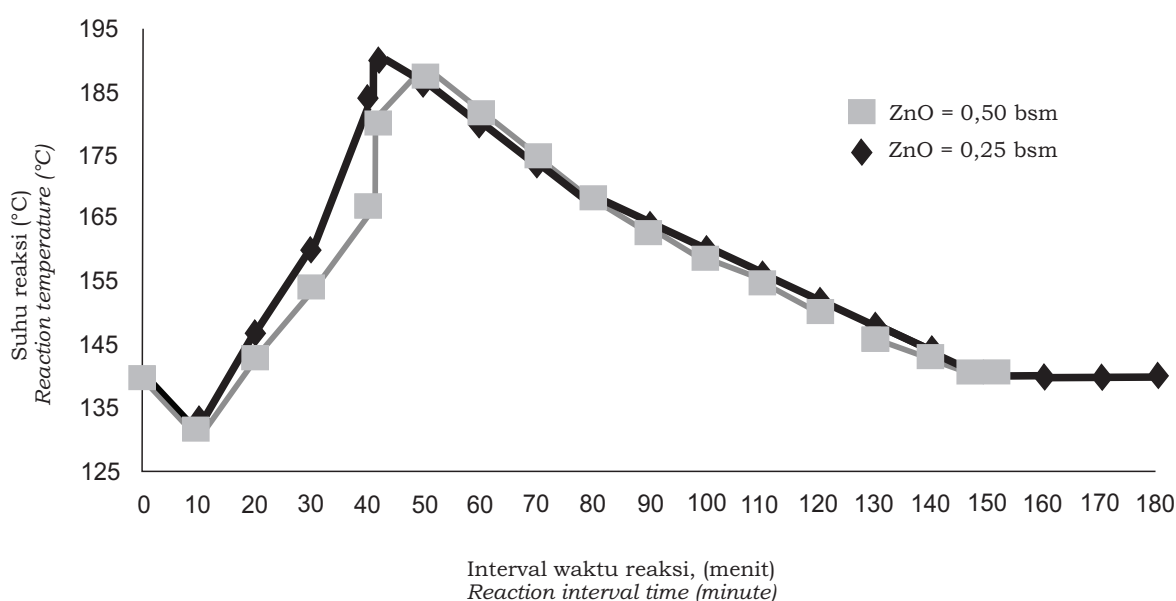
singkat dibandingkan pada reaksi 15 kg minyak jarak pagar/*batch*. Pada kapasitas 15 kg minyak/*batch*, dosis ZnO sebesar 0,25 bsm memberikan waktu pengadukan dan pemanasan yang lebih singkat daripada 0,50 bsm ZnO. Pemanasan dipengaruhi oleh jumlah reaktan dan koefisien transfer panas *silicon oil*. Pada koefisien transfer panas yang sama, waktu yang diperlukan untuk memanaskan lebih banyak pereaksi akan menjadi lebih lama. Waktu pengadukan berkaitan dengan pemanasan. Pemanasan yang lama memberikan pengadukan yang cenderung lebih lama. Pengadukan menentukan mekanisme tumbukan antar partikel pereaksi sehingga berpengaruh terhadap kesempurnaan reaksi.

Kesempurnaan reaksi terlihat dari waktu mulai terbentuk gel faktis coklat, waktu reaksi, dan suhu eksotermis tertinggi. Waktu terbentuk gel faktis berada pada kisaran 20-32 menit setelah penambahan sulfur dengan waktu reaksi selama 2–3 jam. Suhu eksotermis tertinggi pada reaksi berkapasitas 10 kg minyak/*batch* tidak jauh berbeda dibandingkan pada 15 kg minyak/*batch*. Hal ini berarti bahwa reaksi pada kapasitas 10 kg minyak lebih sempurna daripada reaksi 15 kg minyak. Pada kecepatan pengadukan yang sama,

pengadukan untuk reaksi 10 kg minyak lebih sempurna sehingga tumbukan antar partikel pereaksi menjadi lebih baik.

Perubahan suhu sepanjang reaksi vulkanisasi disajikan pada Gambar 2. Dari Gambar 2 tampak bahwa pada 10 menit pertama, suhu reaksi turun pada titik sekitar 130°C karena adanya penambahan bahan pereaksi. Pada menit selanjutnya suhu kembali naik karena reaksi vulkanisasi yang berjalan secara eksotermis. Peningkatan suhu secara signifikan terjadi pada menit ke-30 sampai 40. Saat tercapai suhu eksotermis tertinggi (menit ke-50 sampai 60), maka terjadi jalinan ikatan silang antar trigliserida terbanyak. Sesaat setelah suhu eksotermis, suhu reaksi kembali turun secara bertahap. Ikatan silang tetap terbentuk selama penurunan suhu tersebut. Pemanasan untuk membentuk ikatan silang hingga tahap akhir reaksi memanfaatkan panas reaksi yang timbul dari fenomena eksotermis tersebut. Pada kedua kurva terlihat bahwa laju reaksi dengan ZnO 0,5 bsm lebih cepat. Dosis ZnO berpengaruh terhadap laju reaksi vulkanisasi karena ZnO berfungsi sebagai bahan pengaktif reaksi vulkanisasi pembentukan ikatan silang.

Faktis coklat yang diperoleh memiliki



Gambar 2. Kenaikan suhu reaksi pada sintesis faktis coklat (15 kg minyak/*batch*)

Figure 2. Increase of reaction temperature in brown factice synthesis (15 kgs of oil/*batch*)

visualisasi berwarna coklat gelap dan bertekstur kenyal dengan tingkat kekerasan sebesar 9 – 18 Shore A (Tabel 4). Warna dan kekerasan faktis coklat sangat ditentukan oleh derajat ikatan silang. Rasio antara konsentrasi sulfur, dan kadar asam lemak tak jenuh dalam minyak nabati serta suhu reaksi menentukan derajat ikatan silang. Pada percobaan ketiga faktor tersebut ditetapkan konstan sehingga menghasilkan faktis coklat yang memiliki kemiripan visualisasi fisik. Tekstur faktis coklat mempengaruhi rendemen reaksi. Faktis coklat yang bertekstur lunak namun kenyal cenderung menghasilkan rendemen yang tinggi karena faktis coklat mudah dikeluarkan dari dalam reaktor dan tidak banyak kehilangan bobot saat faktis coklat dihaluskan menjadi serbuk. Seluruh kondisi reaksi menghasilkan rendemen >90%. Rendemen reaksi dengan ZnO sebesar 0,5 bsm mencapai 96,9%. Sisa minyak jarak pagar yang tidak bereaksi tertinggal di dalam pori-pori faktis coklat sedangkan sisa sulfur akan menempel di dinding reaktor dalam bentuk kristal.

Parameter dalam penilaian sifat kimia faktis coklat mencakup kadar ekstrak aseton, kadar sulfur bebas, kadar abu, dan pH. Longanathan (1998) dalam Puspitasari (2009) menerangkan bahwa kadar ekstrak aseton menunjukkan derajat vulkanisasi dan banyaknya bagian trigliserida dari minyak nabati yang tidak tervulkanisasi sedangkan kadar sulfur bebas menggambarkan jumlah sulfur yang tidak membentuk ikatan silang dengan trigliserida. Kedua parameter tersebut menjadi tolak ukur utama dalam menentukan mutu faktis. Erhan dan Kleiman (1990) mempersyaratkan faktis coklat komersial mutu II harus memiliki kadar ekstrak aseton sebesar 20-35% sedangkan kadar sulfur bebas maksimal sebesar $1,5 \pm 0,5\%$. Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa kadar ekstrak aseton memenuhi syarat faktis coklat komersial mutu II namun kadar sulfur bebas masih lebih tinggi. Tingginya kadar sulfur bebas disebabkan oleh kelebihan dosis sulfur yang ditambahkan pada reaksi. Sulfur bebas dalam faktis coklat akan ikut bereaksi saat vulkanisasi molekul

Tabel 4. Rendemen dan karakteristik visual faktis coklat
Table 4. Yield and physical characteristics of brown factice

Variabel Variable		Rendemen Yield (%)	Warna Color	Tekstur Texture	Kekerasan, Hardness, Shore A
Berat minyak Weight of oil, kg	Dosis ZnO, bsm ZnO dose, pho				
10	0,25	93,36	Coklat gelap	Kenyal	16
	0,50	96,97	Coklat gelap	Kenyal	18
15	0,25	95,13	Coklat gelap	Kenyal	15
	0,50	96,96	Coklat gelap	Kenyal	9

Tabel 5. Sifat kimia faktis coklat
Table 5. Chemical properties of brown factice

Variabel Variable		Sifat kimia Chemical properties			
Berat minyak Weight of oil kg	Dosis ZnO, bsm ZnO dose, pho	Kadar ekstrak aseton, % Acetone extract content, %	Kadar sulfur bebas, % Free sulphur content, %	Kadar abu, % Ash content, %	pH
10	0,25	26,55	3,05	0,92	6
	0,50	15,68	2,76	0,97	6
15	0,25	18,89	2,52	1,02	7
	0,50	32,45	2,83	1,07	6

karet jika faktis coklat ditambahkan dalam pembuatan kompon karet sehingga akan sedikit berpengaruh terhadap karakteristik vulkanisasi kompon dan sifat fisika barang jadi karet. Menurut Carrington (1962), kadar abu dalam faktis coklat tidak boleh melebihi 5%. Hasil analisis kadar abu faktis coklat cukup rendah ($\pm 1\%$). Hal ini berarti dalam faktis coklat tidak banyak mengandung bahan pengotor terutama senyawa anorganik penyebab abu. Kadar abu yang tinggi dapat menurunkan sifat mekanik barang jadi karet. Faktis coklat yang bermutu tinggi memiliki pH netral. pH faktis yang terlalu rendah (asam) dapat berakibat menghambat vulkanisasi kompon karet.

Dengan mempertimbangkan visualisasi fisik (Gambar 3) dan sifat kimia faktis coklat maka dapat diketahui faktis coklat dengan spesifikasi terbaik dan diujicobakan dalam pembuatan vulkanisat selang gas LPG adalah faktis coklat yang disintesis pada kapasitas sebesar 10 kg minyak/*batch* dengan penambahan 0,5 bsm ZnO. Faktis coklat yang disintesis pada kondisi tersebut memiliki derajat ikatan silang antara trigliserida yang paling baik. Hal ini diperkuat dengan tingkat kekerasan faktis coklat yang tertinggi (18 Shore A). Terbentuknya ikatan silang antar trigliserida dalam faktis coklat menyebabkan minyak jarak semakin jenuh yang pada akhirnya memadat. Jalinan ikatan silang



Gambar 3. Visualisasi fisik faktis coklat
Figure 3. Physical visualization of brown factice

yang semakin banyak menyebabkan faktis coklat semakin keras.

Besarnya ikatan silang antar trigliserida dalam faktis coklat yang disintesis pada kapasitas 10 kg dan 15 kg minyak/*batch* dapat berbeda karena sangat dipengaruhi oleh kondisi operasi saat reaksi terutama suhu dan kecepatan pengadukan. Kedua parameter ini sangat menentukan besarnya laju reaksi vulkanisasi pembentukan faktis coklat.

Aplikasi Faktis Coklat pada Pembuatan Vulkanisat Selang Gas LPG

Faktis coklat sangat sesuai diaplikasikan pada pembuatan selang karet. Faktis coklat memiliki kelebihan dapat menstabilkan dimensi barang jadi karet yang dibuat dengan proses penjurulan seperti selang. Faktis coklat umumnya ditambahkan sebesar 5 - 30 phr pada pembuatan kompon selang karet (Simpson, 2002). Untuk mengetahui kinerja faktis coklat maka faktis coklat diujicobakan pada pembuatan kompon selang karet.

Tabel 6 menguraikan hasil pengujian karakteristik vulkanisasi kompon selang. Modulus torsi kompon selang dengan penambahan faktis coklat cenderung menurun. Penurunan paling tajam terjadi pada kompon selang dengan penambahan faktis coklat dari minyak jarak pagar (I_j). Efek pelumasan yang dihasilkan oleh faktis coklat dari minyak jarak pagar saat pelunakan karet paling efisien diantara faktis coklat yang lain. Akibatnya rantai molekul karet banyak yang terputus menjadi rantai molekul yang lebih pendek dalam jumlah yang banyak. Pembentukan ikatan silang pada rantai molekul karet saat reaksi vulkanisasi yang terukur dengan parameter modulus torsi menjadi rendah karena ikatan silang terbentuk dari rantai molekul karet yang relatif pendek. Waktu pra-vulkanisasi kompon selang dengan faktis coklat dari minyak jarak pagar sama dengan kompon selang tanpa penambahan faktis coklat (I) sedangkan pada kompon yang lain (I_k , I_c) cenderung lebih cepat. Hal ini dipengaruhi oleh kadar sulfur bebas dalam faktis coklat. Kandungan sulfur bebas aktif yang tinggi dalam faktis coklat dapat memicu terjadinya pra-vulkanisasi pada kondisi pemanasan.

Tabel 6. Karakteristik vulkanisasi kompon selang gas LPG lapisan dalam
 Table 6. Vulcanization characteristic of LPG gas lining tube compound

Parameter <i>Parametres</i>	Sampel kompon lapisan dalam <i>Linning compound samples</i>			
	Kontrol <i>control</i> (I)	Faktis komersial <i>Commercial</i> <i>brown factice</i> (I _K)	Faktis dari minyak jarak kepyar <i>Brown</i> <i>Factice from</i> <i>castor oil</i> (I _C)	Faktis dari minyak jarak pagar <i>Brown</i> <i>Factice from</i> <i>Jatropha oil</i> (I _J)
Modulus torsi maksimum, <i>Maximum torque modulus</i> (S max), kg-cm	28,09	27,90	27,20	25,67
Modulus torsi minimum, <i>Minimum torque modulus</i> (S min), kg-cm	4,24	4,03	4,16	3,56
Selisih modulus torque, <i>Delta torque modulus</i> (S (max-min)), kg-cm	23,85	23,87	23,04	22,11
Waktu pra-vulkanisasi, <i>Scorch time (ts2), min.dt</i>	2,27	2,13	2,24	2,27

Tabel 7. Sifat fisika vulkanisat selang gas LPG lapisan dalam
 Table 7. Physical properties of LPG gas lining tube vulcanizate

Parameter <i>Parameters</i>	Vulkanisat selang bagian dalam <i>Linning tube vulcanizate</i>							
	Kontrol <i>control</i> (I)		Faktis komersial <i>Commercial</i> <i>brown factice</i> (I _K)		Faktis dari minyak jarak pagar <i>Brown</i> <i>Factice from</i> <i>Jatropha oil</i> (I _J)		Faktis dari minyak jarak kepyar <i>Brown</i> <i>Factice from</i> <i>castor oil</i> (I _C)	
	a	b	a	b	a	b	a	b
Kekerasan, Shore A <i>Hardnes</i>	80		82		80		81	
Kekuatan tarik, kg/cm ² <i>Tensile strenght</i>	96	95	98	98	86	89	98	99
Perpanjangan putus, % <i>Elongation at breaks</i>	190	140	190	130	200	130	180	120
Uji pembakaran** <i>Combustion test**</i>	Tidak Terbakar <i>No burn</i>		Tidak Terbakar <i>No burn</i>		Tidak Terbakar <i>No burn</i>		Tidak Terbakar <i>No burn</i>	

**Uji pembakaran pada 360-365°C, 2 menit (*Combustion test at 360-365°C, 2 minutes*)

a : Kondisi pengujian sebelum pengusangan (*Test before ageing*)

b : Kondisi pengujian setelah pengusangan (*Test after ageing*)

Pada produksi selang skala besar, waktu pra-vulkanisasi yang terlalu cepat harus dihindari. Apabila kompon selang telah ter Vulkanisasi saat pembentukan dalam mesin ekstruksi maka dapat mengakibatkan mesin ekstruksi tersumbat oleh kompon selang yang telah matang.

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa seluruh parameter pengujian sifat fisika tidak menunjukkan perbedaan signifikan antara vulkanisat selang karet kontrol dengan vulkanisat selang karet dengan penambahan faktis coklat. Faktis coklat memiliki fungsi utama sebagai bahan bantu olah. Pada uji kekuatan tarik, vulkanisat selang karet dengan penambahan faktis coklat dari minyak jarak pagar (I_j) memiliki nilai paling rendah. Hal ini disebabkan karena adanya penataan ulang (reposisi) ikatan sulfur diantara molekul faktis coklat dan molekul karet setelah vulkanisat diregangkan (Maspanger, 1987; Erhan dan Kleiman^b, 1990).

KESIMPULAN DAN SARAN

Komposisi pereaksi terbaik dalam sintesis faktis coklat pada skala pilot terdiri atas 0,5 bsm ZnO dan 30 bsm sulfur. Faktis coklat yang dihasilkan memenuhi spesifikasi mutu faktis coklat komersial. Reaktor faktis coklat yang telah berhasil dirancang bangun pada skala pilot dapat dioperasikan secara optimal pada kondisi reaksi sintesis faktis coklat berkapasitas 10 kg minyak jarak/*batch*. Saat diaplikasikan dalam pembuatan vulkanisat selang karet, faktis coklat dari minyak jarak pagar menunjukkan kinerja yang tidak mempengaruhi karakteristik vulkanisasi kompon dan sifat fisika vulkanisat selang karet secara signifikan. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengujian kinerja faktis coklat yang terfokus pada fungsinya sebagai bahan bantu olah dan bahan penstabil dimensi dengan dilakukan observasi pada saat pembuatan kompon dalam mesin giling terbuka dan pembentukan *extruded article* dalam mesin ekstruksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Negara Ristek dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini melalui Program Insentif Peneliti dan Perekayasa Tahun Anggaran 2010 serta kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertanian sebagai Mitra dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Carrington, J.H.. 1962. Manufacture and Testing of Factice. National College of Rubber Technology, London, 15-31.
- Cotton, F.H. 1962. *Factice as an Aid to Productivity in the Rubber Industry*. Reid Stationary Co Ltd, Manchester.
- Erhan, S.M. and R. Kleiman. 1990^a. Vulcanized Meadowfoam Oil. *JAACS*, 67(10), 670-674.
- Erhan, S.M. and R. Kleiman. 1990^b. Meadowfoam oil factice and its performance in natural rubber mixes, *Rubber World*, 203, 33-36.
- Gubitz, G.M., M. Mittelbach, and M. Trabi. 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L., *Bioresource Technology*, 67(1), 73-82.
- Gupta, B.R. 1998. *Rubber Processing on Two Roll Mill*, Allied Publisher Limited, India.
- Maspanger, D.R. 1987. Faktis minyak biji karet sebagai bahan pembantu proses pembuatan barang karet. *Menara Perkebunan*, 55(4), 80-83.
- Morton, M. 1959. *Introduction to Rubber Technology*, Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Loganathan, K.S., 1998, *Rubber Engineering*, Tata McGraw Hill Publishing Company Ltd, New Delhi.

- Puspitasari, S., *et al.*, 2009. Pembuatan faktis coklat dari minyak jarak pagar menggunakan reaktor skala semi pilot. *Pros. Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan". Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Yogyakarta 28 Januari 2009.
- Puspitasari, S. 2010. Studi pembuatan dan kinerja reaktor faktis coklat dari minyak jarak pagar pada skala pilot. *Pros. Seminar Nasional ke 45 Kimia dalam Industri dan Lingkungan*. Yogyakarta, 11 November 2010.
- Simpson. 2002. *Rubber Basics*. Rapra Technology Ltd, United Kingdom.
- Syamsu, Y., *et al.* 2008, *Rekayasa Reaktor Konversi Minyak Nabati Jenis Drying Oil menjadi Processing Aids untuk Pengolahan Karet*. Laporan Akhir Penelitian, DIPA APBN Tahun Anggaran 2008. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Wake, W.C., B.K. Tidd, and M.J.R. Loadman. 1986. *Analysis of Rubber and Rubber Like Polymer*, 3rd ed. Applied Science Publisher, London.